

**TECHNIQUE  
TO  
EXAMINE AN OBJECT**

Nadim Joni Shah

-and-

Karl Zilles

**GERMAN**

**PATENT APPLICATION**

JT-6      (ACFZJ 4911)

(7777\*6)

\*Express Mail mailing label  
number EE617838744

Date of Deposit  
December 21, 2000-

I hereby certify that this paper or fee is  
being deposited with the United States Postal  
Service "Express Mail Post Office to  
Addressee" service under 37CFR 1.10 on the  
date indicated above and is addressed to the  
Assistant Commissioner for Patents,  
Washington, D.C. 20231

-Carrie A. McPherson-

(Typed or printed name of person mailing  
paper or fee)

Carrie A. McPherson  
(Signature of person mailing paper or fee)

5

**Verfahren zur Untersuchung eines Objekts****Beschreibung**

10

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Untersuchung von wenigstens einem Objekt, wobei Eigenschaften des Objektes innerhalb eines durch Ortsfrequenzen gebildeten Ortsfrequenzraumes in verschiedenen Messungen erfasst werden.

Vorzugsweise erfolgen die verschiedenen Messungen zu verschiedenen Zeiten.

Untersuchungen des Ortsfrequenzraumes finden in weiten Technologiegebieten Einsatz. Da Impulsräume Ortsfrequenzräumen entsprechen, umfasst der Begriff Ortsfrequenzraum auch Impulsräume. Die Bezeichnung Ortsfrequenzraum dient zur Klarstellung, dass die Erfindung auch Verfahren betrifft, bei denen kein Impulsübertrag erfolgt.

Ein bekanntes Problem bei der Aufnahme von Ortsfrequenzräumen ist, dass bei einer Kombination einer hohen Ortsauflösung in Verbindung mit einer hohen Ortsfrequenzaufösung eine sehr hohe Messzeit benötigt wird.

Zur Lösung dieses Problems ist ein Keyhole-Verfahren bekannt. Bei diesem Verfahren wird zu wenigstens einem Zeitpunkt ein hochauflöste Bild mit einer Erfassung des gesamten Ortsfrequenzraums ermittelt. In einem oder mehreren weiteren Messschritten wird ein zentraler Bereich des Ortsfrequenzraumes aufgenommen, der den Kontrast des rekonstruierten Bildes bestimmt. Anschließend wird das hochauflöste Bild mit dem oder den aufgenommenen Bildern der zentralen Bereiche des Ortsfrequenzraumes mathematisch so verbunden, dass auch für die andere Zeit, beziehungsweise für die anderen Zeiten, ein hochauflöste Bild mit einem dem Aufnahmzeitpunkt entsprechenden Kontrast ermittelt wird.

Dieses bekannte Verfahren ist mit dem Nachteil verbunden, dass Kontraständerungen zwischen aufeinander folgenden Messungen nur dann ermittelt werden können, wenn sie eine hinreichend große räumliche Ausdehnung aufweisen.

Dieser Nachteil ist insbesondere bei einer Erfassung funktionaler Parameter störend.

So besteht beispielsweise in der funktionalen magnetischen Resonanzbildgebung ein Bedürfnis, Parameter, welche nukleare kernmagnetische Resonanzsignale beeinflussen, mit einer möglichst hohen Ortsauflösung zu erfassen.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zu schaffen, bei dem eine Änderung von Parametern auch dann entdeckt werden kann, wenn die von der Änderung betroffenen Raumgebiete verhältnismäßig klein sind.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe dadurch gelöst, dass verschiedene Messungen in wenigstens einem gemeinsamen Bereich des Ortsfrequenzraumes und zusätzlich in

5 voneinander verschiedenen Bereichen des Ortsfrequenzraumes erfolgen.

Vorzugsweise erfassen die Messungen den Ortsfrequenzraum in zeitlich verschiedenen Aufnahmen.

10

Die Erfahrung sieht insbesondere vor, Bereiche des Ortsfrequenzraumes mit einer voneinander verschiedenen Häufigkeit zu untersuchen, wobei es vorzugsweise wenigstens drei verschiedene Häufigkeiten der Erfassung von Gebieten gibt.

15 Es ist zweckmäßig, dass Messungen der Bereiche mit wenigstens drei verschiedenen Erfassungshäufigkeiten erfolgen.

20

Vorzugsweise wird wenigstens ein, beispielsweise zentral liegender, Bereich des Ortsfrequenzraumes in mehreren Messungen erfasst, während andere Bereiche nicht, beziehungsweise nur in einer einzelnen Messaufnahme, 25 erfasst werden.

Es ist zweckmäßig, das Verfahren so durchzuführen, dass die sich überlappenden Bereiche ein zentrales Gebiet des Ortsfrequenzraumes abdecken.

30

Eine vorteilhafte Durchführungsform des Verfahrens zeichnet sich dadurch aus, dass die zusätzlichen, vorzugsweise nicht

zentralen, Bereiche in dem Ortsfrequenzraum einen Abstand voneinander aufweisen, der größer ist als es ihrer ortsfrequenten Ausdehnung in Richtung auf diesen Abstand entspricht.

5

Es ist zweckmäßig, das Verfahren so durchzuführen, dass die weiteren Bereiche des Ortsfrequenzraumes sich wenigstens abschnittsweise parallel zueinander erstrecken.

10 Hierbei ist es besonders zweckmäßig, dass disjunkte Elemente der einzelnen Mengen sich in dem Ortsfrequenzraum wenigstens abschnittsweise parallel zueinander erstrecken.

15 Eine vorteilhafte Durchführungsform des Verfahrens zeichnet sich dadurch aus, dass die Messungen so durchgeführt werden, dass ein Zyklus gebildet wird, bei dem wenigstens einige der voneinander verschiedenen Bereiche des Ortsfrequenzraumes in weiteren Messungen erneut erfasst werden.

20

Eine vorteilhafte Durchführungsform des Verfahrens zeichnet sich dadurch aus, dass bei wenigstens einer Messung die erfassten Bereiche eine disjunkte Menge bilden.

25 Weitere Vorteile, Besonderheiten und zweckmäßige Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen und der nachfolgenden Darstellung eines bevorzugten Ausführungsbeispiels der Erfindung anhand der Zeichnung.

30

Die Zeichnung zeigt eine schematische Darstellung einer Erfassung eines Ortsfrequenzraums mit mehreren aufeinander

folgenden Messungen.

In dem Bild ist eine Erfassung eines Ortsfrequenzraums mit NxN Punkten beispielhaft dargestellt.

5

Für eine einfachere graphische Darstellbarkeit wurde eine zweidimensionale Darstellung gewählt, jedoch ist die Erfindung keineswegs auf eine Erfassung von zweidimensionalen Ortsfrequenzräumen beschränkt, sondern eignet sich vielmehr für eine Erfassung von Ortsfrequenzräumen mit einer beliebigen Dimensionalität.

10

In einem ersten Messdurchgang werden ein zentraler Bereich 1 sowie in Abstand von dem zentralen Bereich 1 befindliche Bereiche 10 des Ortsfrequenzraums, hier dargestellt als ununterbrochene Linien, vorzugsweise im Wesentlichen parallel zu dem Ortsfrequenzraum, erfasst.

15

In einem nachfolgenden Messvorgang wird der zentrale Bereich erneut erfasst. Zusätzlich werden außerhalb des zentralen Bereiches 1 liegende weitere Bereiche 20 - dargestellt durch Strich-Punkt-Linien - des Ortsfrequenzraums erfasst. Die weiteren Bereiche 20 des Ortsfrequenzraums erstrecken sich vorzugsweise parallel zueinander und antiparallel zu den in dem vorangegangenen Messschritt aufgenommenen weiteren Bereiche 10.

20

Anschließend wird der Messvorgang erneut wiederholt. Bei der Wiederholung werden wiederum der zentrale Bereich 1 sowie zusätzlich weitere Bereiche 30 - Strich-Punkt-Punkt-Linien - des Ortsfrequenzraumes erfasst.

25

30

Durch eine lediglich selektive Erfassung von Hochfrequenzdaten bleibt der Zeitvorteil einer Keyhole-Methode im Wesentlichen erhalten. Außerdem werden Rauscheffekte unterdrückt.

5

Ferner weisen die dargestellten Bilder eine hohe räumliche Auflösung auf, wie es Gesamtaufnahmen des Ortsfrequenzraumes entspricht.

10 Es ist besonders zweckmäßig, eine geeignete SPARCE-Sequenz aufzunehmen.

Vorzugsweise entspricht ein Aufnahmemuster einer SPARCE-Sequenz der folgenden Formel:

15

SPARCE ( $f, n$ ) =  $[N/2-n, N/2-f-n, N/2-2f-n, \dots (\text{KEYHOLE}) \dots -N/2+3f-n, -N/2+2f-n, -N/2+f-n]$

20 Vorteilhafterweise wird der gesamte Ortsfrequenzraum aufgenommen, wobei der Ortsfrequenzraum beispielsweise als eine  $N \times N$  Aufnahme-Matrix betrachtet werden kann. Die Aufnahme-Matrix beinhaltet eine geringe Abdeckung von hohen räumlichen Frequenzen sowie eines stärker abgedeckten, 25 sogenannten Keyhole-Bereiches.

Eine SPARCE-Sequenz, SPARCE  $\langle f, n \rangle$ , beinhaltet Indizes  $f, n$ , wobei  $f$  ein Aufnahmefaktor und  $n$  eine Laufzeitvariable ist, wobei gilt ( $0 \leq n < f$ ).

30

Durch eine verhältnismäßig geringe, beziehungsweise seltene

Erfassung von Bereichen mit hohen Ortsfrequenzen wird ein Zeitvorteil realisiert und, was besonders vorteilhaft ist, Korrelationen zwischen hochfrequentem Rauschen reduziert.

- 5 Eine weitere Verbesserung lässt sich bei einem geradzahligen Samplingfaktor  $f$  dadurch erzielen, dass gerade und ungerade Echos separat erfasst werden.

## Patentansprüche:

1. Verfahren zur Untersuchung von wenigstens einem  
5 Objekt, wobei Eigenschaften des Objektes innerhalb  
eines durch Ortsfrequenzen gebildeten  
Ortsfrequenzraumes in verschiedenen Messungen erfasst  
werden, d a d u r c h  
g e k e n n z e i c h n e t, dass  
10 verschiedene Messungen in sich überlappenden Bereichen  
des Ortsfrequenzraumes und zusätzlich in voneinander  
verschiedenen Bereichen des Ortsfrequenzraumes  
erfolgen.

15 2. Verfahren nach Anspruch 1, d a d u r c h  
g e k e n n z e i c h n e t, dass Messungen  
der Bereiche mit wenigstens drei verschiedenen  
Erfassungshäufigkeiten erfolgen.

20 3. Verfahren nach einem oder beiden der Ansprüche 1 oder  
2, d a d u r c h g e k e n n -  
z e i c h n e t, dass die sich überlappenden  
Bereiche ein zentrales Gebiet des Ortsfrequenzraumes  
abdecken.

25 4. Verfahren nach einem oder mehreren der vorangegangenen  
Ansprüche, d a d u r c h g e k e n n -  
z e i c h n e t, dass die zusätzlichen Bereiche  
in dem Ortsfrequenzraum einen Abstand voneinander  
aufweisen, der größer ist als es ihrer ortsfrequenten  
30 Ausdehnung in Richtung auf diesen Abstand entspricht.

5. Verfahren nach einem oder mehreren der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die weiteren Bereiche des Ortsfrequenzraumes sich wenigstens abschnittsweise parallel zueinander erstrecken.

10 6. Verfahren nach einem oder mehreren der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass bei wenigstens einer Messung Elemente der erfassten Bereiche eine disjunkte Menge bilden.

15 7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass disjunkte Elemente sich in dem Ortsfrequenzraum wenigstens abschnittsweise parallel zueinander erstrecken.

20 8. Verfahren nach einem oder mehreren der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Messungen so durchgeführt werden, dass ein Zyklus gebildet wird, bei dem wenigstens einige der voneinander verschiedenen Bereiche des Ortsfrequenzraumes in weiteren Messungen erneut erfasst werden.

Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Untersuchung von  
5 wenigstens einem Objekt, wobei Eigenschaften des Objektes  
innerhalb eines durch Ortsfrequenzen gebildeten  
Ortsfrequenzraumes zu verschiedenen Zeiten erfasst werden.

Erfindungsgemäß wird das Verfahren so durchgeführt, dass  
10 zeitlich aufeinander folgende Aufnahmen in sich  
überlappenden Bereichen des Ortsfrequenzraumes und  
zusätzlich in voneinander verschiedenen Bereichen des  
Ortsfrequenzraumes erfolgen.

Bezugszeichenliste:

- 1 zentraler Bereich
- 10 weitere Bereiche des Ortsfrequenzraums
- 5 20 weitere Bereiche des Ortsfrequenzraums
- 30 weitere Bereiche des Ortsfrequenzraums